

## Cylinder for internal combustion engine

**Patent number:** DE4434576  
**Publication date:** 1996-02-15  
**Inventor:** HAHN JOCHEN DIPL ING (DE); KOEHLER EDUARD  
DIPL ING DR (DE)  
**Applicant:** KS ALUMINIUM TECHNOLOGIE AG (DE)  
**Classification:**  
- international: F02F1/00; F02F7/00; F16J10/04; B22D7/02  
- european: B22D19/16, F02F1/10  
**Application number:** DE19944434576 19940928  
**Priority number(s):** DE19944434576 19940928; DE19944428064 19940809

### Abstract of **DE4434576**

Composite cast cylinder consists of cast block (1) made of hypereutectic aluminium-silicon alloy with a centrifugally or die cast lining (3) made of hypereutectic aluminium-silicon alloy.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 44 34 576 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 02 F 1/00**  
F 02 F 7/00  
F 16 J 10/04  
B 22 D 7/02

②1 Aktenzeichen: P 44 34 576.3  
②2 Anmeldetag: 28. 9. 94  
④3 Offenlegungstag: 15. 2. 96

DE 44 34 576 A 1

③0 Innere Priorität: ③2 ③3 ③1  
09.08.94 DE 44 28 064.5

⑦1 Anmelder:  
KS Aluminium-Technologie AG, 74172 Neckarsulm,  
DE

⑦4 Vertreter:  
Rieger, H., Dr., Rechtsanwalt., 60323 Frankfurt

⑦2 Erfinder:  
Köhler, Eduard, Dipl.-Ing. Dr., 74172 Neckarsulm, DE;  
Hahn, Jochen, Dipl.-Ing., 74223 Flein, DE

⑥4 Verbundgußzylinder oder -zylinderblock

⑤7 Bei einem aus Aluminium-Silizium-Legierung gegossenen Verbundgußzylinder mit Laufbüchse besteht der Zylinder aus untereutektischer und die Laufbüchse aus schleuderformgegossener oder preßgegossener übereutektischer Aluminium-Silizium-Legierung.

DE 44 34 576 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 12. 95 508 067/549

7/32

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen gegossenen Verbundgußzylinder oder -zylinderblock nach dem Oberbegriff der Ansprüche 1 oder 2.

Aluminium-Legierungen sind unter heutigen Gesichtspunkten die wichtigsten Zukunftswerkstoffe im Kraftfahrzeugbau mit steigender Anwendungstendenz. Primär wird dabei neben anderen Vorzügen der Gewichtsvorteil gegenüber Eisenwerkstoffen ausgenutzt. Dies hat spürbare Auswirkungen nicht nur beim Kolben sondern ganz besonders auch beim Zylinder bzw. Zylinderblock als dem schwersten Einzelteil eines Kraftfahrzeugs. So sind Gewichtsreduzierungen von 40 bis 60% durch die Umstellung des Zylinderblocks von Grauguß auf Aluminium-Silizium-Legierungen für den Motorblock realisierbar bzw. bereits realisiert. In der Z.: MTZ Motortechnik Zeitschrift 35 (1974), S. 33—41, ist ein aus einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung des Typs AlSi17Cu4 im Niederdruckgußverfahren hergestellter Zylinder beschrieben. Die in der Zylinderlaufbahn durch Primärausscheidung aus der übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung erzeugten, gleichmäßig verteilt und gleichmäßig ausgebildeten Siliziumkörner besitzen eine Korngröße zwischen 30 und 80 µm. Nach dem Gießen des Zylinders bzw. Zylinderblocks wird die Zylinderbohrung durch Vor- und Feinbohren mechanisch bearbeitet und anschließend vor- und feingehont, so daß die Siliziumkörner in der Zylinderlaufbahn geglättet sind und zunächst mit der umgebenden Legierungsmatrix eine Ebene bilden. Nach dem Honvorgang wird die Legierungsmatrix zwischen den Siliziumkörnern durch elektrochemische Bearbeitung leicht zurückgesetzt, so daß die Siliziumkörner als Traggerüst für die Kolbenringe und den Kolbenschaft aus der unbewehrten Zylinderlaufbahn geringfügig, d. h. um 0,5 bis 2,0 µm, vorzugsweise 0,8 bis 1,5 µm, herausragen. Eine solche Zylinderlaufbahn kann nur in der Kombination mit einem wenigstens am Kolbenschaft mit einer Eisenschicht von etwa 20 µm Dicke beschichteten Leichtmetallkolben benutzt werden, um bei extremen Laufbedingungen und unter allen Umständen einen Kontakt zwischen der Legierungsmatrix, der Zylinderlaufbahn und dem Leichtmetall des Kolbens zu vermeiden. Durch die Eisenbeschichtung des Kolbenschafts wird der Kolbenschaftverschleiß erheblich gesenkt und die Freßneigung zwischen Kolbenschaft und Zylinderlaufbahn eliminiert. Der Nachteil eines solchen Zylinders bzw. Zylinderblocks besteht darin, daß der gesamte Zylinderblock aus einer mit beachtlichem Aufwand herzustellenden übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung gegossen werden muß.

Bekannt ist auch ein Zylinder bzw. Zylinderblock aus Aluminium-Legierung des Typs AlSi9Cu3, bei dem auf die Oberfläche der Zylinderbohrung eine auf galvanischem Wege erzeugte, 50 bis 80 µm dicke Grundschicht aus Nickel mit darin dispergierten Siliziumcarbidteilchen einer Größe von 1 bis 3 µm aufgebracht ist. Die Zylinderlaufbahn wird anschließend gehont. Die Herstellung der Nickel-Dispersionsbeschichtung ist mit einem nicht unerheblichen Verfahrensaufwand verbunden. Insbesondere sind im Rahmen der Galvanikanlage Entgiftungseinrichtungen für die Vorbehandlungsbäder notwendig. Der bei der Entsorgung anfallende Schlamm muß gesammelt und vorschriftsmäßig beseitigt werden, und in den Arbeitsbereichen der Beschichtungsbäder müssen Abzüge mit eingebauten Waschanlagen installiert sein. Hinzu kommt, daß im Reparaturfall die Hand-

habung der Regenerierung der Beschichtung aufwendig und umständlich ist.

In der DE-A-37 25 495 ist ein Zylinderblock für Verbrennungskraftmaschinen vorgesehen, bei der die Zylinderlaufbahn aus einem zylindrischen, faserverstärkten Abschnitt aus einer Mischung aus einer auf Aluminiumoxid basierenden Faser mit einem Volumenanteil von 8 bis 20% und einer Kohlenstofffaser mit einem Volumenanteil von 0,3 bis 15% mit einer Leichtmetallmatrix besteht, wobei die auf Aluminiumoxid basierende Faser bis zu 25% Siliziumoxid enthält. Bei einer derartig ausgebildeten Zylinderlaufbahn ist nach wie vor der Einsatz eines Leichtmetallkolbens erforderlich, dessen Mantel eine galvanisch abgeschiedene, durch eine ebenfalls galvanisch abgeschiedene Zinnschicht abgedeckte Eisenschicht aufweist, um einen Kontakt zwischen der Legierungsmatrix des Zylinderblocks und dem Leichtmetallkolben zu vermeiden. Die in der Zylinderlaufbahn infiltrierte Hybrid-Faser ist teuer und die tribologischen Eigenschaften unter Betriebsbedingungen sind schlechter als diejenigen der aus übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierungen hergestellten Zylinderlaufbahnen.

Bekannt ist aus der EP-A-0 449 356 ein Zylinderblock, der aus einer untereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung gegossen ist, wobei in den Zylinder ein mit der Aluminiummatrix des Zylinderblocks penetrierter, hohlzylinderförmiger Körper aus keramischen Fasern mit darin eingesetzten Siliziumkörnern eingegossen ist. Der Faserformkörper hat keinerlei tribologische Funktion, sondern dient lediglich als Halterung für die Siliziumkörner.

Gegenstand der DE-C-40 20 268 ist ein Zylinder-Kurbelgehäuse aus einer Aluminium-Silizium-Legierung mit 3 bis 12% Silizium und 3 bis 5% Kupfer, wobei in die Zylinderlaufbuchen aus einer übereutektischen Aluminium-Legierung eingelassen sind.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen verbesserten gegossenen Verbundgußzylinder bzw. -zylinderblock aus untereutektischer Aluminium-Silizium-Legierung mit umgossener Laufbüchse aus übereutektischer Aluminium-Silizium-Legierung bereitzustellen, der die Vorteile eines Verbundgußzylinders bzw. Zylinderblocks mit eingegossener Grauguß-Laufbüchse mit den Vorteilen eines aus Aluminium-Silizium-Legierung gegossenen Zylinders bzw. Zylinderblocks ohne Laufflächenschutz verbindet.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die im Anspruch 1 oder Anspruch 2 angegebenen Maßnahmen.

In den Ansprüchen 3 bis 7 sind weitere Ausgestaltungen der Gegenstände gemäß Anspruch 1 oder Anspruch 2 angegeben.

Durch die Anwendung des Schleuderformgußverfahrens kommt es zu einer starken Anreicherung von primärerstarnten Siliziumkristallen auf der Innenseite der aus übereutektischer Aluminium-Silizium-Legierung hergestellten Laufbüchse, wobei die Anreicherung um so größer ist, je höher der Siliziumgehalt der übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung ist.

Bedingt durch die Zentrifugalkraft kommt es während des Schleuderns zu einer Art Phasentrennung mit der Folge, daß sich auf der Innenseite der Laufbüchse eine stark mit Silizium angereicherte abgegrenzte Zone, die von der Aluminiummatrix umgeben ist, bildet. Das sich auf der Innenseite der Laufbüchse ergebende Gefüge entspricht etwa einer AlSi35-Legierung.

Beim Flüssigpreßgießverfahren wird die Aluminium-Silizium-Legierungsschmelze in die Gießform gefüllt

und anschließend unter einem Druck von 100 bis 1000 bar mit hoher Geschwindigkeit zur Erstarrung gebracht, so daß ein feines Gefüge mit Erhöhung des Anteils an Korngrenzenverfestigung und eine ausgezeichnete Dichtespeisung, die praktisch Porenfreiheit gewährleistet, erreicht werden. Da die Erstarrungsgeschwindigkeit steuerbar ist, läßt sich die Größe der Siliziumkörner anwendungsbezogen hinreichend genau einstellen.

Darüber hinaus kann die Ausscheidung der primärerstarten Siliziumkristalle in beiden Fällen auch durch die Verschiebung des Eutektikums durch Zulegieren von Nickel und Mangan zu Legierungen mit einem vergleichsweise geringeren Siliziumgehalt erhöht werden. Bei der Anwendung des Schleuderformgußverfahrens wird der Dichteunterschied zwischen der Aluminiummatrix von ca. 2,7 g/cm<sup>3</sup> und dem ausgeschiedenen Silizium von ca. 2,3 g/cm<sup>3</sup> ausgenutzt.

Die Laufflächen der auf diese Weise hergestellten Lauffüchsen müssen nach dem Eingießen nur gehont und nicht mehr einer elektrochemischen Bearbeitung zum Zwecke der Zurücksetzung der die Siliziumkörner umgebenden Legierungsmatrix unterworfen werden. Die Zylinderlauffläche ist demzufolge weniger rau und übt deshalb eine geringere Oberflächenspannung auf das Schmieröl aus, so daß sich eine gute Ölverteilung und ein sehr dünner Ölfilm ergibt. Das hat zur Folge, daß sich der Ölverbrauch verringert und damit die HC-Emissionen sinken.

Für die Herstellung des Verbundgußzylinders bzw. -zylinderblocks ist sowohl das Kokillengießen als auch das Druckgießen geeignet.

Die Erfindung ist in den Zeichnungen beispielhaft dargestellt und wird nachfolgend näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen ausschnittweisen Längsschnitt durch einen Verbundzylinder,

Fig. 2 das Detail "X" der Fig. 1, eine vergrößerte Darstellung der umgossenen, schleuderformgegossenen Lauffüchse,

Fig. 3 eine Abwandlung des Details "X" der Fig. 1 und Fig. 4 einen vergrößerten Teilausschnitt aus einer umgossenen, preßgegossenen Lauffüchse.

In den aus einer untereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung des Typs AlSi9Cu3 im Niederdruckgießverfahren gegossenen Zylinderblock (1) ist eine im Schleuderformgußverfahren aus einer Aluminium-Silizium-Legierung des Typs AlSi17Cu4Mg hergestellte Lauffüchse (2) eingegossen. Die Lauffüchse (2) besitzt eine Zone (3) mit einer radialen Tiefe von 3 mm, in der eine Konzentration von primärerstarten Siliziumkörnern (4) erfolgt, die derjenigen einer Aluminium-Silizium-Legierung des Typs AlSi35 entspricht. Außerhalb der mit Siliziumkörnern (4) angereicherten Zone (3) besitzt die Lauffüchse (2) eine Schicht (5) aus weitgehend eutektischem Gefüge. Diese Schicht (5) kann, wie Fig. 3 zeigt, vor dem Umgießen der Lauffüchse (2) durch spanende Bearbeitung abgetragen werden. Die eingegossene Lauffüchse (2) wird nach dem Vor- und Feinbohren vor-, zwischen- und fertiggehont. Durch das Honen wird die auf den Siliziumkörnern (4) verschmierte Aluminium-Silizium-Legierung abgetragen und zerstörte Siliziumkörner entfernt. Fig. 4 zeigt einen im Druckgußverfahren gegossenen Zylinderblock (6) mit eingegossener, durch Preßgießen hergestellter Lauffüchse (7), bei der zwar keine Zone mit einer Konzentration von primärerstarten Siliziumkörnern (8) vorliegt, die aber frei von Poren ist. Im Vergleich mit den Ausführungsformen ge-

mäß Fig. 2 und Fig. 3 ist die Anzahl der Siliziumkörner (8) geringer und ihre Korngröße kleiner.

#### Patentsprüche

1. Gegossener Verbundgußzylinder oder -zylinderblock (1) aus untereutektischer Aluminium-Silizium-Legierung für Verbrennungskraftmaschinen mit umgossener Lauffüchse (2) auf übereutektischer Aluminium-Silizium-Legierung, gekennzeichnet durch eine schleuderformgegossene Lauffüchse (2).
2. Gegossener Verbundgußzylinder oder -zylinderblock (6) aus untereutektischer Aluminium-Silizium-Legierung für Verbrennungskraftmaschinen mit umgossener Lauffüchse (7) aus übereutektischer Aluminium-Silizium-Legierung, gekennzeichnet durch eine preßgegossene Lauffüchse (7).
3. Verbundgußzylinder oder -zylinderblock (1), (6) nach einem der Ansprüche 1 und 2, gekennzeichnet durch eine untereutektische Aluminium-Silizium-Legierung des Typs AlSi6Cu, AlSi9Cu oder AlSi10Mg.
4. Verbundgußzylinder oder -zylinderblock (1), (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Lauffüchse (2), (7) aus einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung des Typs AlSi17Cu4Mg, AlSi20-25Cu4Mg, AlSi30-40, AlSi17Cu4Ni3MnMg besteht.
5. Verbundgußzylinder oder -zylinderblock (1), (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Lauffüchse (2), (7) auf der Außenseite eine Oberflächenrauheit in Form von Rillen, Riefen, Rippen oder Wellen aufweist.
6. Verbundgußzylinder oder -zylinderblock (1), (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die umgossene Lauffüchse (2), (7) nach der Bearbeitung der Zylinderlauffläche eine Wanddicke von 1,5 bis 4,0 mm, vorzugsweise 2 bis 3 mm, besitzt.
7. Verbundgußzylinder oder -zylinderblock (1), (6) nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Siliziumkörner der Lauffüchse (2), (7) eine Korngröße von 15 bis 50 µm oder 30 bis 80 µm besitzen.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

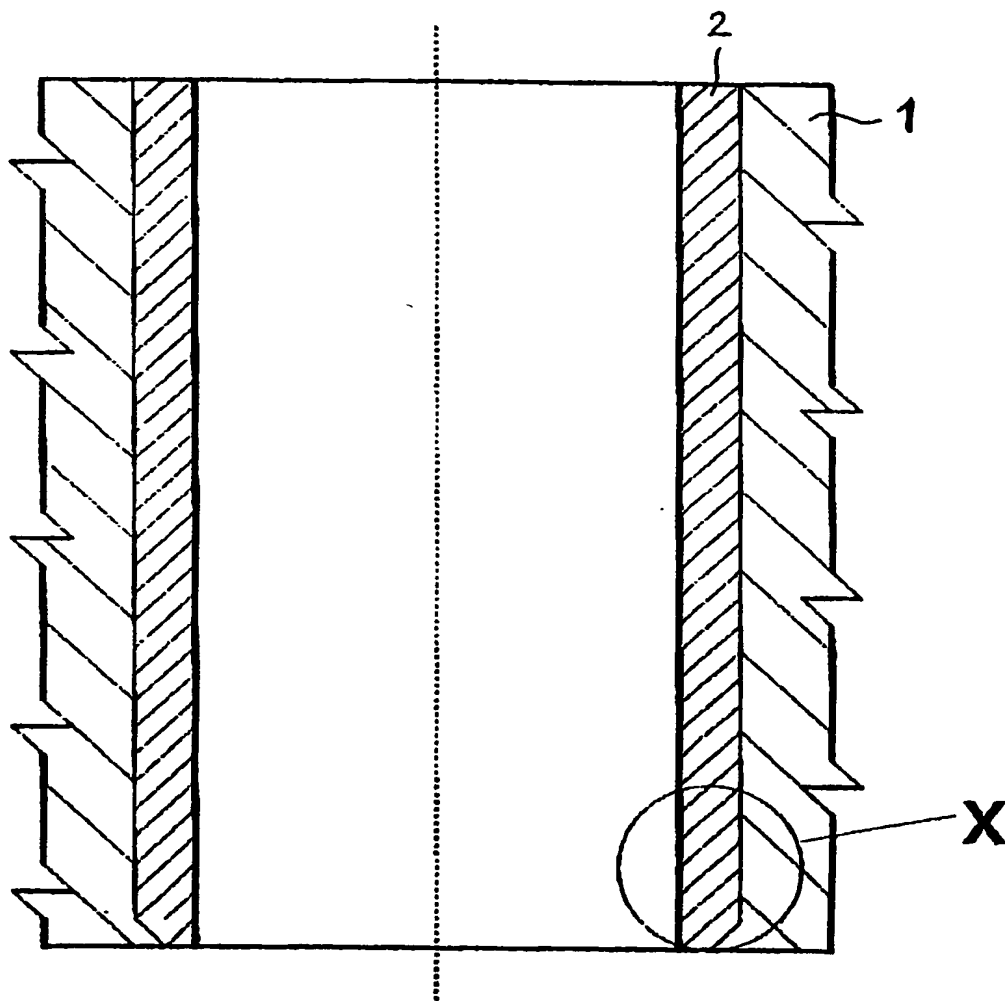
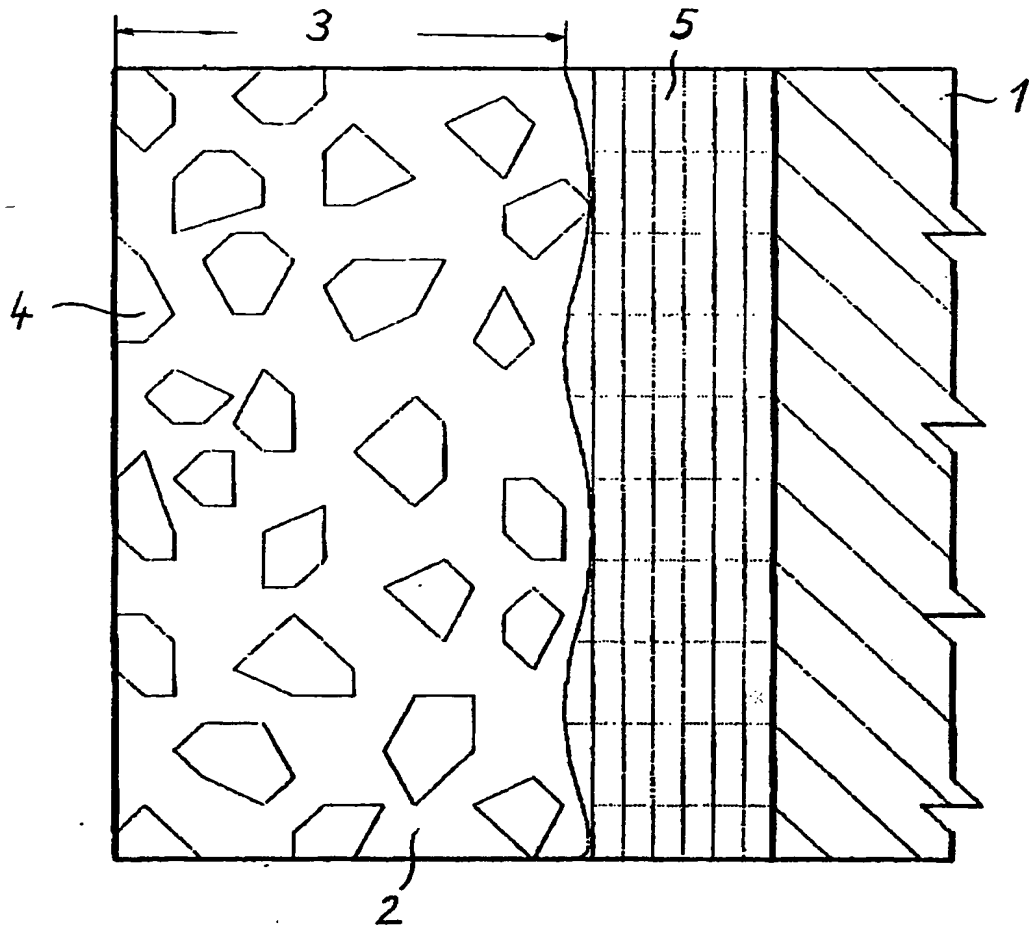


Fig. 1

Fig. 2



**Fig. 3**

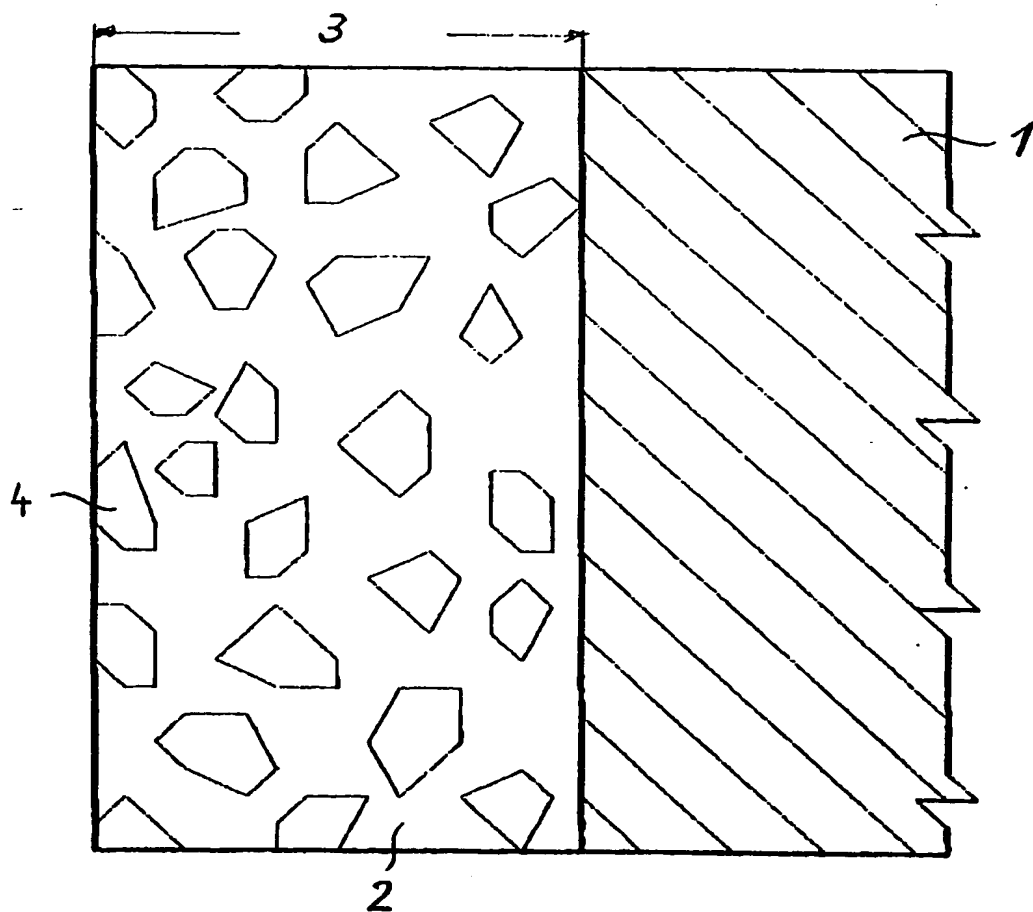




Fig. 4

